(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2019-0030612
(43) 공개일자 2019년03월22일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
G06F 3/01 (2006.01) *A61B 5/0478* (2006.01)
A61B 5/048 (2006.01)
(52) CPC특허분류
G06F 3/015 (2013.01)
A61B 5/04012 (2013.01)
(21) 출원번호 10-2018-0106723
(22) 출원일자 2018년09월06일
심사청구일자 2018년09월06일
(30) 우선권주장
1020170117940 2017년09월14일 대한민국(KR)

(71) 출원인
고려대학교 산학협력단
서울특별시 성북구 안암로 145, 고려대학교 (안암동5가)
(72) 발명자
이성환
서울특별시 강남구 언주로30길 13, B동 2506호 (도곡동, 대림아크로빌)
권오연
서울특별시 관악구 봉천로21길 92, 나동 202호 (봉천동, 성신빌라)
이민호
경기도 성남시 수정구 수정로 289, 107동 405호 (신흥동, 신흥주공아파트)
(74) 대리인
특허법인엠에이피에스

전체 청구항 수 : 총 16 항

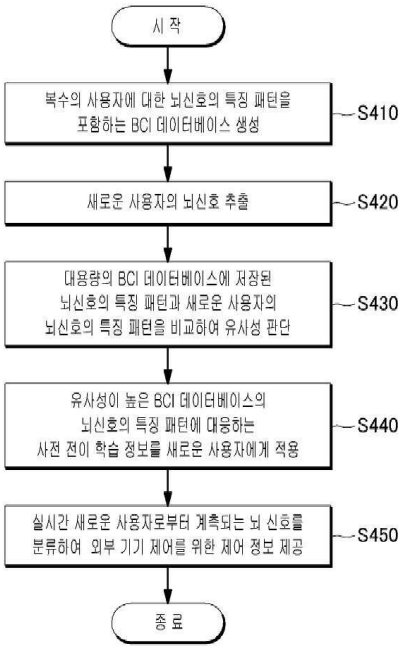
(54) 발명의 명칭 **사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템 및 그 방법**

(57) 요 약

본 발명은 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템 및 그 방법에 관한 것으로서, -컴퓨터 인터페이스(Brain Computer Interface, BCI) 시스템에 의해 수행되는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법에 있어서, a) 복수의 사용자로부터 적어도 하나 이상의 패러다임을 통해 뇌 신호를 획득하고, 상기 획득된 뇌 신호를

(뒷면에 계속)

대 표 도 - 도4



이용하여 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 추출한 후 상기 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 포함하는 레퍼런스 특징 정보를 BCI 데이터베이스에 저장하는 단계; b) 새로운 사용자의 접근이 감지되면, 기설정된 휴식 시간 동안 새로운 사용자에 대한 휴지기 뇌 신호를 획득하고, 상기 휴지기 뇌 신호에서 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출하는 단계; c) 상기 BCI 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 특징 정보와 상기 대상 특징 정보를 비교하여, 상기 레퍼런스 특징 정보 중에서 상기 대상 특징 정보의 특징 패턴 정보와 가장 유사한 특징 패턴을 가지는 뇌신호의 특징 패턴 정보를 선택하는 단계; 및 d) 상기 선택된 뇌신호의 특징 패턴 정보에 대응하여 사전에 형성된 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용하는 단계를 포함하되, 상기 사전 전이 학습 정보는 뇌파의 평균, 공분산, 편차, 주파수대역별 스펙트럼 파워를 포함한 뇌파 특징 정보와, 뇌파 패턴을 분류하기 위한 분류기 정보를 포함하는 것이다.

(52) CPC특허분류
A61B 5/0478 (2013.01)
A61B 5/048 (2013.01)
G06F 2203/011 (2013.01)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업
과제고유번호 20150001850031001
부처명 과학기술정보통신부
연구관리전문기관 정보통신기술진흥센터
연구사업명 정보통신방송연구개발사업
연구과제명 이동 환경에서 뇌-컴퓨터 인터페이스를 위한 지능형 패턴인식 소프트웨어 개발
기 여 율 1/1
주관기관 고려대학교 산학협력단
연구기간 2017.03.01 ~ 2017.12.31

명 세 서

청구범위

청구항 1

뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain Computer Interface, BCI) 시스템에 의해 수행되는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법에 있어서,

a) 복수의 사용자로부터 적어도 하나 이상의 패러다임을 통해 뇌 신호를 획득하고, 상기 획득된 뇌 신호를 이용하여 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 추출한 후 상기 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 포함하는 레퍼런스 특징 정보를 BCI 데이터베이스에 저장하는 단계;

b) 새로운 사용자의 접근이 감지되면, 기설정된 휴식 시간 동안 새로운 사용자에 대한 휴지기 뇌 신호를 획득하고, 상기 휴지기 뇌 신호에서 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출하는 단계;

c) 상기 BCI 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 특징 정보와 상기 대상 특징 정보를 비교하여, 상기 레퍼런스 특징 정보 중에서 상기 대상 특징 정보의 특징 패턴 정보와 가장 유사한 특징 패턴을 가지는 뇌신호의 특징 패턴 정보를 선택하는 단계; 및

d) 상기 선택된 뇌신호의 특징 패턴 정보에 대응하여 사전에 형성된 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용하는 단계를 포함하되,

상기 사전 전이 학습 정보는 뇌파의 평균, 공분산, 편차, 주파수대역별 스펙트럼 파워를 포함한 뇌파 특징 정보와, 뇌파 패턴을 분류하기 위한 분류기 정보를 포함하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 b) 단계에서 상기 휴식 시간(t2)은 상기 a) 단계에서 뇌 신호 획득시 소요되는 시간(t1)에 비해 짧은 시간(t2 <t1)으로 설정하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 b) 단계는,

상기 휴지기 뇌 신호에 대한 전처리 과정 및 특징 추출 과정을 통해 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출하되,

상기 대상 특징 정보는 뇌파의 평균 및 공분산을 포함하는 뇌파 특징인 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 4

제1항에 있어서,

상기 c) 단계는, 상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 거리 정보에 기반하여 상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 뇌 신호들 사이의 유사성을 판단하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 거리 정보는, 상기 레퍼런스 특징 정보 내의 뇌파 특징과 대상 특징 정보의 뇌파 특징의 각 특징 분포의 중심점 간의 유클리드 거리(Euclidean distance) 정보 또는 공분 값의 변화 정보 중 어느 하나인 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 거리 정보는, 상기 레퍼런스 특징 정보 내의 뇌파 특징과 대상 특징 정보의 뇌파 특징의 각 특징 분포 간의 상대적인 거리를 쿨백-라이블러 발산(Kullback-Leibler divergence) 기법에 기반하여 확률적으로 계산한 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 7

제1항에 있어서,

상기 d) 단계는,

상기 뇌파 특징 정보와 분류기 정보를 포함하는 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용하여 분류기를 학습하고, 학습된 분류기를 이용하여 새로운 사용자로부터 실시간 뇌신호를 분류하여 외부 기기를 제어하기 위한 제어 정보를 생성하는 단계를 더 포함하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 8

제1항에 있어서,

상기 a) 단계는,

a-1) 복수의 사용자로부터 획득한 뇌파들을 합쳐 뇌파 샘플을 생성한 후 상기 뇌파 샘플에 대한 주파수 필터링 및 공간 필터링을 통해 특징 벡터를 추출하고, 상기 특징 벡터로부터 상호간 정보량(Mutual Information, MI)을 토대로 각 주파수 정보마다 주파수-공간 입력 정보를 생성하는 단계;

a-2) 상기 주파수-공간 입력 정보를 CNN(Convolution Neural Network) 특징 재현 알고리즘을 통해 개별적으로 학습하여 컨벌루션 레이어(convolution layer) 를 통해 컨벌루션 특징을 형성하는 단계; 및

a-3) 상기 컨벌루션 특징을 저차원의 특징 벡터로 차원을 축소하고, 상기 축소된 저차원의 특징 벡터들을 통합 벡터로 합친 후 상기 통합 벡터가 완전 연결 레이어(fully-connected layer)을 통해 총 N개의 클래스 결과를 출력한 후 분류기를 통해 분류하는 단계를 더 포함하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 9

제8항에 있어서,

상기 a-1) 단계는,

기설정된 전극 배치법에 따른 복수 개의 뇌파 채널 데이터를 이용하여 사용자의 뇌신호를 수집하는 단계;

각 패러다임에서 사용되는 주파수 범위를 이용하여 다수의 주파수 필터 뱅크(b_k)를 정의하는 단계;

적어도 하나 이상의 패러다임에서 뇌파 수행 태스크를 위한 시작 신호를 인지한 시점부터 기설정된 측정 시간 동안의 뇌 신호만을 선택적으로 추출하는 단계;

복수의 사용자로부터 획득한 뇌파를 연결하여 통합하고, 상기 통합된 뇌파 샘플을 주파수 필터링을 거쳐 필터링된 뇌파 신호(E_k)를 추출하는 단계;

상기 필터링된 뇌파 신호(E_k)에 공통 공간 패턴(Common Spatial Pattern, CSP) 알고리즘을 적용하여 공간적 필터(W_k)를 구하고, 상기 공간적 필터(W_k)와 필터링된 뇌파 신호(E_k) 간의 행렬 연산을 수행한 후 로그-분산 값을 취하여 특징 벡터(V_k)를 추출하는 단계;

상기 추출된 특징 벡터(V_k)로부터 상호간 정보량(MI)을 계산하여 상기 주파수 필터 뱅크(b_k)를 MI 값이 큰 순서대로 재정렬하여 주파수 필터 뱅크(b_p)를 산출하는 단계; 및

상기 재정렬된 주파수 필터 뱅크(b_p)로부터 추출된 공간적 필터(W_p)와 재배열된 공간적 필터(E_p)간의 행렬 연산을 통해 구한 신호값에 공분산을 하여 주파수-공간 입력 정보(C_p)를 생성하는 단계를 포함하는 것인, 사용자 독

립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 10

제9항에 있어서,

상기 a-2) 단계는,

각 주파수 필터 뱅크(b_p)로부터 생성된 주파수-공간 입력 정보(C_p)가 CNN을 통해 개별적으로 학습되어 L개의 레이어로 이루어진 컨벌루션 레이어에서 컨벌루션 특징(G_p)를 형성하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 11

제10항에 있어서,

상기 a-3) 단계는,

L번째 컨벌루션 레이어에서 컨벌루션 특징들(G_p)이 저차원 벡터 형태로 축소되는 단계;

상기 축소된 p개의 저차원 특징 벡터들이 연결 융합 레이어(Concatention Fusion Layer)에서 하나의 통합 벡터(S^{concat})로 통합되는 단계; 및

상기 통합 벡터(S^{concat})를 완전 연결 레이어(fully-connected layer)를 통해 총 N개의 클래스 결과를 출력하는 단계; 및

상기 분류기를 통해 상기 N개의 클래스 결과 중 큰 값으로 클래스를 판별하는 단계를 포함하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법.

청구항 12

사용자로부터 획득한 뇌신호를 이용하여 외부 기기를 제어하기 위한 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템에 있어서,

사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)를 제공하기 위한 프로그램이 기록된 메모리; 및

상기 프로그램을 실행하기 위한 프로세서를 포함하며,

상기 프로세서는, 상기 프로그램의 실행에 의해, 복수의 사용자로부터 적어도 하나 이상의 패러다임을 통해 뇌신호를 획득하고, 상기 획득된 뇌 신호를 이용하여 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 추출한 후 상기 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 포함하는 레퍼런스 특징 정보를 BCI 데이터베이스에 저장하며,

새로운 사용자의 접근이 감지되면, 기설정된 휴식 시간 동안 새로운 사용자에 대한 휴지기 뇌 신호를 획득하고, 상기 휴지기 뇌 신호에서 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출하며,

상기 BCI 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 특징 정보와 상기 대상 특징 정보를 비교하여, 상기 레퍼런스 특징 정보 중에서 상기 대상 특징 정보의 특징 패턴 정보와 가장 유사한 특징 패턴을 가지는 뇌신호의 특징 패턴 정보를 선택하고,

상기 선택된 뇌신호의 특징 패턴 정보에 대응하여 사전에 형성된 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용하되,

상기 사전 전이 학습 정보는 뇌파의 평균, 공분산, 편차, 주파수대역별 스펙트럼 파워를 포함한 뇌파 특징 정보와, 뇌파 패턴을 분류하기 위한 분류기 정보를 포함하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템.

청구항 13

제12항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 거리 정보에 기반하여 상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 뇌 신호들 사이의 유사성을 판단하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템.

청구항 14

제13항에 있어서,

상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 거리 정보는, 상기 레퍼런스 특징 정보 내의 뇌파 특징과 대상 특징 정보의 뇌파 특징의 각 특징 분포의 중심점 간의 유클리드 거리(Euclidean distance) 정보 또는 공분 값의 변화 정보 중 어느 하나인 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템.

청구항 15

제13항에 있어서,

상기 레퍼런스 특징 정보와 대상 특징 정보의 거리 정보는, 상기 레퍼런스 특징 정보 내의 뇌파 특징과 대상 특징 정보의 뇌파 특징의 각 특징 분포 간의 상대적인 거리를 쿨백-라이블러 발산(Kullback-Leibler divergence) 기법에 기반하여 확률적으로 계산한 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템.

청구항 16

제12항에 있어서,

상기 프로세서는, 상기 뇌파 특징 정보와 분류기 정보를 포함하는 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용하여 분류기를 학습하고, 학습된 분류기를 이용하여 새로운 사용자로부터 실시간 뇌신호를 분류하여 외부 기기를 제어하기 위한 제어 정보를 생성하는 것인, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템.

발명의 설명

기 술 분 야

[0001] 본 발명은 대용량의 BCI 데이터베이스를 통해 새로운 사용자의 뇌신호 특징 패턴과 유사한 뇌신호 특징 패턴을 추출함으로써 반복적인 뇌 신호 측정 과정이 필요없는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템 및 그 방법에 관한 것이다.

배 경 기 술

[0002] 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)는 인간의 뇌와 기계간의 연결을 통하여, 직접적인 신체의 움직임 없이 외부기기를 제어하는 인터페이스 체계이다. BCI는 신체를 움직일 수 없는 환자, 신체의 움직임이 어려움이 있는 환자와 같은 사람들을 위해 생활 보조 도구로 활용할 수 있을 뿐 아니라 재활 목적을 위하여 사용 될 수 있다. 이에 더하여, BCI는 환자 대상만이 아닌 일반인들의 뇌 신호 정보를 바탕으로 엔터테인먼트 산업, 집중력 향상 도구, 드론 제어, 운동 어플리케이션 등 다양한 용도로 이용 될 수 있다.

[0003] BCI에서 뇌 신호를 측정하는 방법은 크게 두 가지로 나뉜다. 뇌의 두개골을 열어 뇌파를 취득하는 침습적인 방법과 뇌의 두개골 밖에서 뇌파를 취득하는 비침습적인 방법으로 나뉜다. 침습적 방법으로 주로 이용이 되는 것은 피질뇌파(Electrocorticography, ECoG) 방법으로 두개골 위에 전극을 삽입하여 뇌파를 측정한다. 침습적 방법은 비침습적 방법에서 보다 정확하고 깨끗한 신호를 취득할 수 있으나, 뇌파를 계측하기 위한 전극을 신체 내에 삽입해야 한다는 한계점을 가지고 있다. 비침습적 방법으로는 뇌의 활동에 따른 전기적 신호를 계측하는 뇌전도(Electroencephalography, EEG)가 널리 알려져 있으며, 이 외에 뇌파의 자기적 신호를 계측하는 뇌자도(Magnetoencephalography, MEG), 혈중 산소포화도의 변화를 측정하는 기능적 자기공명영상(functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI) 또는 근적외선 분광장치(Near-infrared Spectroscopy, NIRS) 등이 알려져 있다.

[0004] BCI 기술은 외부자극 혹은 자발적으로 유발되는 뇌 신호를 계측한다. 이때, 외부 자극은 시각이나 청각 등과 같은 외부에서 주어지는 특정 신호가 뇌에 반영되는 비자발적 방법이나 움직임을 상상하여 뇌에 반영되는 자발적 방법으로 나눌 수 있다.

[0005] 외부 자극에 의해 유발되는 비자발적 뇌파 특징으로는 대표적으로 안정-상태 시각 유발 전위(Steady-State

Visual Evoked Potential, SSVEP)와 사건 관련 전위(Evnet-Related Potential, ERP)를 들 수 있다. SSVEP는 사용자가 특정 주파수로 깜빡이는 시각 자극을 응시할 때, 해당 특정 주파수가 뇌의 후두엽에 유발되도록 하는 방법이고, ERP는 사용자가 특정 자극을 반복적으로 집중하여 응시 할 때, 해당 자극에 대한 반응이 뇌의 후두엽에 유발 되도록 하는 방법이다. 이와는 달리, 외부 자극 없이 사용자가 집중하거나 움직임을 상상할 때 자발적으로 발현되는 뇌파 특징으로는 SensoriMotor Rhythm(SMR)이 있다. SMR은 뇌의 체성감각운동 피질에서 사용자가 특정 부위의 움직임을 상상하는 동작상상(Motor Imagery, MI)을 할 때, 뇌의 좌측 그리고 우측 부분에서 신호의 변화가 일어나고, 이 때 특정 주파수 영역에서 신호의 변화가 발생하는 것을 관찰 할 수 있다. 주로, 8~12Hz(Mu rhythm) 18~25Hz(Beta rhythm)에서 주파수 영역에서 신호가 감소하는 현상을 볼 수 있는데 이를 Event-Related Desynchronization (ERD)라 부른다.

[0006] 위와 같은 뇌로부터 취득된 뇌 신호는 크게 5가지의 신호 처리과정으로 구성된다. 도 1은 종래 기술에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 신호 처리 동작을 설명하는 순서도이다.

[0007] 도 1을 참고하면, 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 신호 처리 과정은 적어도 하나 이상의 패러다임으로부터 뇌신호를 수집하는 뇌신호 추출 단계(S10), 추출된 뇌신호를 전처리하는 뇌신호 전처리 단계(S20), 전처리된 뇌신호로부터 유의미한 뇌신호 정보를 추출하는 특징 추출 단계(S30), 추출된 특징 정보를 바탕으로 뇌신호가 어떤 클래스인지 분류 혹은 예측하는 분류기 생성 단계(S40), 그리고 사용자가 분류 또는 예측된 결과를 인지하는 성능 평가 단계(s50)로 구성이 된다.

[0008] 종래의 BCI 시스템은 뇌신호 추출 단계에서 캘리브레이션 과정을 수행한다. 이는, BCI시스템이 특징을 추출하기 위해서는 사용자의 기본적인 뇌파 특징 패턴 혹은 분류기 파라미터 값을 찾아내는 과정이 필요하기 때문이다.

[0009] 이러한 캘리브레이션 과정은 사용자가 이전에 뇌 신호를 계측한 경험이 있는 경우라도, 측정 시점에서의 전극 저항, 전극 위치 변화, 사용자의 뇌 신호의 상태 변화 등을 고려하여 매번 수행된다. 이와 같은 캘리브레이션 과정은 필수적으로 수행되나, 보다 실용적이며 경제적인 BCI 시스템의 사용을 위해서 최소화될 필요가 있다.

[0010] 동작 상상 패러다임의 경우, 안정적인 BCI 시스템을 구축하기 위해 BCI 사용자가 매번 20분 정도 각 클래스를 수행하며, 동작 상상과 관련된 뇌파를 취득하고 각 클래스에 적응시킨다.

[0011] 이와 관련하여, 최근에는 캘리브레이션 시간을 줄이기 위하여 대규모 뇌 신호 데이터베이스를 바탕으로 모든 사용자에서 발현되는 공통 특징을 추출하는 방법이 제안되었으며, 캘리브레이션을 필요로 하지 않는 사용자-독립적 BCI 시스템이 연구되고 있다.

[0012] 그러나, 기존의 데이터베이스를 사용하여 공통 특징을 만드는데 있어서 단순하게 모든 사용자의 정보를 하나의 모델(뇌파 특징 혹은 패턴)로 통합함으로써 사전 지식을 형성하기 때문에, 각기 다른 특징들을 지닌 사람들로부터 모든 사람에게 적용 가능한 공통된 특징을 형성하는 것은 어려울 뿐 아니라, 이 공통된 특징을 새로운 사용자에게 적용하더라도 공통된 특징이 사용자에게 적합하지 않은 특징일 가능성이 높다는 점에서 한계가 있다.

선행기술문헌

[0013] 한국등록특허 제 10-1389015 호 (발명의 명칭: 진폭 변조된 안정상태 시각유발전위 시각자극을 이용한 뇌파 분석시스템)

발명의 내용

해결하려는 과제

[0014] 본 발명의 일 실시예는 복수의 사용자로부터 획득한 뇌 신호의 특징 패턴 정보를 이용하여 BCI데이터베이스를 구축하고, 이 BCI 데이터베이스에서 새로운 사용자의 뇌 신호와 유사한 정보를 가지는 뇌 신호의 특징 패턴 정보를 선택한 후 선택된 뇌신호의 특징 패턴 정보에 대응되는 사전 전이 학습 정보를 이용하여 분류기를 학습할 수 있는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템 및 그 방법을 제공하고자 한다.

[0015] 다만, 본 발명의 일 실시예가 이루고자 하는 기술적 과제는 상기된 바와 같은 기술적 과제로 한정되지 않으며, 또 다른 기술적 과제들이 존재할 수 있다.

과제의 해결 수단

[0016] 상술한 기술적 과제를 달성하기 위한 기술적 수단으로서, 본 발명의 일측면에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법은, 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain Computer Interface, BCI) 시스템에 의해 수행되는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법에 있어서, a) 복수의 사용자로부터 적어도 하나 이상의 패러다임을 통해 뇌 신호를 획득하고, 상기 획득된 뇌 신호를 이용하여 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 추출한 후 상기 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 포함하는 레퍼런스 특징 정보를 BCI 데이터베이스에 저장하는 단계; b) 새로운 사용자의 접근이 감지되면, 기설정된 휴식 시간 동안 새로운 사용자에 대한 휴지기 뇌 신호를 획득하고, 상기 휴지기 뇌 신호에서 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출하는 단계; c) 상기 BCI 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 특징 정보와 상기 대상 특징 정보를 비교하여, 상기 레퍼런스 특징 정보 중에서 상기 대상 특징 정보의 특징 패턴 정보와 가장 유사한 특징 패턴을 가지는 뇌신호의 특징 패턴 정보를 선택하는 단계; 및 d) 상기 선택된 뇌신호의 특징 패턴 정보에 대응하여 사전에 형성된 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용하는 단계를 포함하되, 상기 사전 전이 학습 정보는 뇌파의 평균, 공분산, 편차, 주파수대역별 스펙트럼 파워를 포함한 뇌파 특징 정보와, 뇌파 패턴을 분류하기 위한 분류기 정보를 포함하는 것이다.

[0017] 본 발명의 일측면에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템은, 사용자로부터 획득한 뇌신호를 이용하여 외부 기기를 제어하기 위한 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템에 있어서, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스(Brain-Computer Interface, BCI)를 제공하기 위한 프로그램이 기록된 메모리; 및 상기 프로그램을 실행하기 위한 프로세서를 포함하며, 상기 프로세서는, 상기 프로그램의 실행에 의해, 복수의 사용자로부터 적어도 하나 이상의 패러다임을 통해 뇌 신호를 획득하고, 상기 획득된 뇌 신호를 이용하여 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 추출한 후 상기 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 포함하는 레퍼런스 특징 정보를 BCI 데이터베이스에 저장하며, 새로운 사용자의 접근이 감지되면, 기설정된 휴식 시간 동안 새로운 사용자에 대한 휴지기 뇌 신호를 획득하고, 상기 휴지기 뇌 신호에서 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출하며, 상기 BCI 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 특징 정보와 상기 대상 특징 정보를 비교하여, 상기 레퍼런스 특징 정보 중에서 상기 대상 특징 정보의 특징 패턴 정보와 가장 유사한 특징 패턴을 가지는 뇌신호의 특징 패턴 정보를 선택하고, 상기 선택된 뇌신호의 특징 패턴 정보에 대응하여 사전에 형성된 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용하되, 상기 사전 전이 학습 정보는 뇌파의 평균, 공분산, 편차, 주파수대역별 스펙트럼 파워를 포함한 뇌파 특징 정보와, 뇌파 패턴을 분류하기 위한 분류기 정보를 포함하는 것이다.

발명의 효과

[0018] 전술한 본 발명의 과제 해결 수단에 의하면, 사용자는 뇌 신호 전극 부착 후 즉각적으로 BCI 시스템을 이용할 수 있고, 사용자가 BCI 시스템을 사용하기 전 매번 뇌 신호를 측정해야 하는 번거로움을 제거함으로써 BCI 기술의 대중화 및 실용성을 크게 향상 시킬 수 있다.

[0019] 따라서, 본 발명은 사용자에게 적합한 뇌신호의 특징 패턴 정보를 BCI 데이터베이스에서 선별하여 적용함으로써 기존의 캘리브레이션 과정이 필요 없어지고, BCI 시스템의 준비과정에 소요되는 시간이 줄어들어 장애인 또는 정상인에 무관하게 외부의 자극 없이 쉽게 BCI 시스템에 접근하여 자신의 뇌 신호를 발현하여 엔터테인먼트, 교육, 재활 등과 관련한 외부 기기를 제어할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0020] 도 1은 종래 기술에 따른 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 신호 처리 동작을 설명하는 순서도이다.

도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스를 제공하는 뇌-컴퓨터 인터페이스 시스템의 구성을 설명하는 도면이다.

도 3은 도 2의 프로세서의 구성을 설명하는 블록도이다.

도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 설명하는 순서도이다.

도 5는 도 4의 유사성 판단 과정을 설명하는 도면이다.

도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 구현하는 주파수-공간 특징 재현 알고리즘의 수행 과정을 설명하는 도면이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

[0021] 아래에서는 첨부한 도면을 참조하여 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자가 용이하게 실시할

수 있도록 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 그러나 본 발명은 여러 가지 상이한 형태로 구현될 수 있으며 여기에서 설명하는 실시예에 한정되지 않는다. 그리고 도면에서 본 발명을 명확하게 설명하기 위해서 설명과 관계없는 부분은 생략하였으며, 명세서 전체를 통하여 유사한 부분에 대해서는 유사한 도면 부호를 붙였다.

[0022] 명세서전체에서, 어떤 부분이 다른 부분과 "연결"되어있다고 할 때, 이는 "직접적으로 연결"되어있는 경우뿐 아니라, 그 중간에 다른 소자를 사이에 두고 "전기적으로 연결"되어있는 경우도 포함한다. 또한 어떤 부분이 어떤 구성요소를 "포함"한다고 할 때, 이는 특별히 반대되는 기재가 없는 한 다른 구성요소를 제외하는 것이 아니라 다른 구성요소를 더 포함할 수 있는 것을 의미하며, 하나 또는 그 이상의 다른 특징이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부분 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[0023] 본 명세서에 있어서 '부(部)'란, 하드웨어 또는 소프트웨어에 의해 실현되는 유닛(unit), 양방을 이용하여 실현되는 유닛을 포함하며, 하나의 유닛이 둘 이상의 하드웨어를 이용하여 실현되어도 되고, 둘 이상의 유닛이 하나의 하드웨어에 의해 실현되어도 된다.

[0024] 이하 첨부된 도면을 참고하여 본 발명의 일 실시예를 상세히 설명하기로 한다.

[0025] 도 2는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템의 구성을 설명하는 도면이다.

[0026] 도 2를 참고하면, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템(100)은, 메모리(110), 프로세서(120) 및 데이터베이스(130)를 포함한다.

[0027] 메모리(110)는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 수행하기 위한 프로그램이 기록된다. 또한, 프로세서(120)가 처리하는 데이터를 일시적 또는 영구적으로 저장하는 기능을 수행한다. 여기서, 메모리(110)는 휘발성 저장 매체(volatile storage media) 또는 비휘발성 저장 매체(non-volatile storage media)를 포함할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0028] 프로세서(120)는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 제공하는 전체 과정을 제어한다. 프로세서(120)가 수행하는 각 단계에 대해서는 도 3 및 도 4를 참조하여 후술하기로 한다.

[0029] 여기서, 프로세서(120)는 프로세서(processor)와 같이 데이터를 처리할 수 있는 모든 종류의 장치를 포함할 수 있다. 여기서, '프로세서(processor)'는, 예를 들어 프로그램 내에 포함된 코드 또는 명령으로 표현된 기능을 수행하기 위해 물리적으로 구조화된 회로를 갖는, 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치를 의미할 수 있다. 이와 같이 하드웨어에 내장된 데이터 처리 장치의 일 예로써, 마이크로프로세서(microprocessor), 중앙처리장치(central processing unit: CPU), 프로세서 코어(processor core), 멀티프로세서(multiprocessor), ASIC(application-specific integrated circuit), FPGA(field programmable gate array) 등의 처리 장치를 망라할 수 있으나, 본 발명의 범위가 이에 한정되는 것은 아니다.

[0030] 데이터베이스(130)는 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 수행하면서 누적되는 데이터가 저장된다. 특히, 데이터베이스(130)는 복수의 사용자로부터 획득한 뇌신호의 특징 패턴 정보를 이용하여 다양한 특징 패턴을 포함하고 있는 레퍼런스 특징 정보를 저장하는 대용량의 BCI 데이터베이스일 수 있다.

[0031] 한편, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템(100)은 상기한 구성 외에도 뇌 신호 수집이나 외부 기기의 제어 신호 출력을 위한 통신 인터페이스 수단, 신호 처리에 대한 과정 및 결과를 출력하는 디스플레이 수단 등을 더 포함할 수 있다.

[0032] 도 3은 도 2의 프로세서의 구성을 설명하는 블록도이다.

[0033] 도 3을 참고하면, 프로세서(120)는 정보 관리부(121), 정보 추출부(122), 유사성 판단부(123), 정보 적용부(124) 및 제어부(125)를 포함한다.

[0034] 정보 관리부(121)는 대용량의 레퍼런스 특징 정보를 생성하여 저장한다. 즉, 복수의 사용자로부터 획득한 뇌 신호를 이용하여 특징 패턴 정보를 추출하고, 사용자별 특징 패턴 정보를 포함하는 레퍼런스 특징 정보를 생성하여 BCI 데이터베이스에 저장한다.

[0035] 정보 추출부(122)는 새로운 사용자의 접근이 감지되면 기설정된 휴식 시간 동안 새로운 사용자에 대한 휴지기 뇌 신호를 획득하고, 휴지기 뇌 신호에서 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출한다.

[0036] 유사성 판단부(123)는 BCI 데이터베이스의 레퍼런스 특징 정보와 새로운 사용자의 대상 특징 정보를 비교하여 유사성을 판단한다.

[0037] 정보 적용부(124)는 유사성 판단부(123)에서 새로운 사용자의 대상 특징 정보와 유사하다고 판단된 뇌신호의 특징 패턴 정보에 대응하여 사전에 형성된 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용한다.

[0038] 제어부(125)는 정보 적용부(124)를 통해 선택된 뇌파 특징 정보와 분류기 정보를 새로운 사용자에게 적용하고, 실시간 새로운 사용자로부터 계측되는 뇌 신호를 분류하여, 외부 기기를 제어하기 위한 제어 정보를 제공한다.

[0039] 도 4는 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 설명하는 순서도이고, 도 5는 도 4의 유사성 판단 과정을 설명하는 도면이다.

[0040] 도 4 및 도 5를 참고하면, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법은, 복수의 사용자로부터 적어도 하나 이상의 패러다임을 통해 뇌 신호를 획득하고, 복수의 사용자의 뇌 신호를 이용하여 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 추출한 후 사용자별 뇌신호의 특징 패턴 정보를 포함하는 레퍼런스 특징 정보를 BCI 데이터베이스에 저장한다(S410).

[0041] 이때, 패러다임은 SSVEP, MI, ERP 등이 실험 환경이 될 수 있고, BCI 시스템은 오른손, 왼손 및 발의 동작 상상(MI)을 분류하는 클래스(즉, 분류기)뿐만 아니라 SSVEP, ERP등의 각 패러다임의 패턴을 분류하는 분류기를 구비한 것으로 가정한다.

[0042] BCI 시스템은 새로운 사용자의 접근이 감지되면, 기설정된 휴식 시간(예를 들면, 약 1분 정도) 동안 새로운 사용자에 대한 휴지기 뇌 신호를 획득하고, 휴지기 뇌 신호에서 특징 패턴 정보를 추출하여 대상 특징 정보를 산출한다(S420). 이때, 대상 특징 정보는 사용자가 휴식을 취하는 동안 취득한 뇌파를 전처리 과정 및 특징 추출 과정을 통해 뇌파 특징 정보를 추출한 것으로서, 추출된 뇌파 특징 정보는 뇌파 평균 및 공분산 중 적어도 하나 이상의 값을 포함한다.

[0043] 기존의 BCI 시스템은 20분 정도 실험을 수행하여 사용자의 뇌 신호를 취득하였으나, 본 발명의 일 실시예에 따른 BCI 시스템은 약 1분 정도의 휴식 시간 동안에 측정된 휴지기 뇌 신호만을 이용한다. 따라서 BCI 시스템을 이용하는 사용자는 뇌신호 추출 과정을 보다 편리하고 빠르게 진행할 수 있다.

[0044] BCI 시스템은, 도 5에 도시된 바와 같이, 새로운 사용자로부터 획득한 대상 특징 정보와 BCI 데이터베이스에 저장된 레퍼런스 특징 정보 간의 상호 유사성을 판단하여, 레퍼런스 특징 정보 중에서 대상 특징 정보의 특징 패턴 정보와 가장 유사한 특징 패턴을 가지는 뇌신호의 특징 패턴 정보를 선택한다(S430).

[0045] BCI 시스템은 대상 특징 정보와 레퍼런스 특징 정보의 유사성을 판단한 기준으로 거리 정보를 이용할 수 있다. 예를 들면, BCI 데이터베이스 내 레퍼런스 특징 정보의 뇌파 특징(예들 들면 평균 및 공분산 중 적어도 하나의 값)과 대상 특징 정보의 뇌파 특징(예를 들면, 평균 및 공분산 중 적어도 하나의 값) 간의 평균 거리, 공분산 값의 변화도 등이 이용될 수 있다.

[0046] 보다 구체적으로, 대상 특징 정보와 레퍼런스 특징 정보의 각 뇌파 특징 간의 거리 정보는 각 특징 분포의 중심점 간의 유클리드 거리(Euclidean distance)일 수 있으며, 또는 쿨백-라이블러 발산(Kullback-Leibler divergence) 기법에 기반하여 산출된 양 특징 분포 간의 확률적 거리일 수 있다.

[0047] 이를 통해, 본 발명의 일 실시예에 따른 BCI 시스템은BCI 데이터베이스에서 새로운 사용자의 뇌 신호의 특징과 가장 유사한 뇌 신호의 특징을 추출하며, 해당 뇌 신호 특징에 대응하여 사전에 형성되어 있는 사전 전이 학습 정보(뇌파 특징 혹은 패턴)를 곧바로 새로운 사용자에게 적용함으로써(S440), 캘리브레이션 과정을 제거할 수 있다. 이때, 사전 전이 학습 정보는 뇌파의 평균, 공분산, 편차, 주파수대역별 스펙트럼 파워를 포함한 뇌파 특징 정보와, 뇌파 패턴을 분류하기 위한 분류기 정보를 포함한다.

[0048] BCI 시스템은 BCI 데이터베이스에서 선택된 뇌파 특징 또는 분류기 정보를 새로운 사용자에게 적용하여 외부의 기기를 제어할 수 있는 제어 정보를 제공한다(S450).

[0049] 도 6은 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 구현하는 주파수-공간 특징 재현 알고리즘의 수행 과정을 설명하는 도면이다.

[0050] 먼저, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 구현하기 위한 주파수-공간 특징 재현 알고리즘의 사전

입력 정보는 다음과 같다.

[0051] 소스 도메인의 학습 데이터 집합은 {X, Y} 이고, 전체 시도 횟수(D)에서 단일 시도 뇌파들(EEG)의 집합을 $\mathbf{X}_n=\{\mathbf{x}_i\}_{i=1}^{D}$ 이며, M채널과 T 샘플포인트들을 가지는 단일 시도 뇌파는 $\mathbf{x} \in \mathbb{R}^{T\times M}$ 이고, $y_i \in \{+1,-1\}$ 에서 클래스 라벨 매칭은 $\mathbf{Y}=\{y_i\}_{i=1}^{D}$ 이다. 그리고, K는 주파수 필터 뱅크의 수, m은 공간 패턴 학습 알고리즘에서 공간 패턴의 반수(half number), P는 선택된 공간 필터 뱅크의 수, L은 CNN 레이어의 수이다.

[0052] 다음, 도 6을 참고하면, 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법을 구현하기 위한 주파수-공간 특징 재현 알고리즘은 다양한 패러다임 중 MI패러다임을 기반으로 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스를 제공하고, 크게 입력 정보 생성 과정(S510), 특징 재현 과정(S520) 및 특징 융합 및 분류 과정(S530)으로 이루어진다.

[0053] 입력 정보 생성 과정(S510) 은 10-20 국제 전극 배치법(10-20 International Nomenclature) 에 따른 MI에서 일반적으로 많이 사용되는 20개의 운동 영역의 뇌파 채널 데이터를 이용하여 사용자의 뇌신호를 수집한다. 여기서, 10-20 국제 전극 배치법은 EEG(Electroencephalogram) 테스트 혹은 실험 시 두부에 배치되는 전극들의 배치 형상으로 국제적으로 잘 알려진 배치법이다.

[0054] 주파수-공간 특징 재현 알고리즘은 MI에서 많이 사용되는 8~30Hz, 11~20Hz를 포함한 다수의 주파수 필터 뱅크(b_k)를 정의하고, MI 패러다임에서 뇌파 수행 태스크를 위한 시작 신호를 인지한 시점부터 기설정된 측정 시간(예를 들면, 1초 ~ 3.5초) 동안의 뇌 신호만을 선택적으로 추출한다.

[0055] 그리고, 주파수-공간 특징 재현 알고리즘은 측정한 모든 사용자(또는 피험자)의 뇌신호를 연결한다. 즉, 모든 단일 시도 뇌파($\mathbf{X}_n=\{\mathbf{x}_i\}_{i=1}^{D}$)를 연결하면, $\mathbf{X}_{concat}= concat\{\mathbf{X}_1,\mathbf{X}_2,...,\mathbf{X}_N\}$ 이 된다. 여기서, N은 학습 피험자들의 수이다.

[0056] 주파수-공간 특징 재현 알고리즘은 통합된 뇌파 샘플에 대해 주파수 필터링을 거쳐 수학식 1과 같이 필터링된 뇌파 신호(E_k)를 추출한다.

[0057] [수학식 1]

[0058] $$\mathbf{E}_k=\mathbf{b}_k \otimes \mathbf{X}_{concat}$$

[0059] 수학식 1에서 E_k는 $\mathbf{E}_k=\{\mathbf{e}_k^i\}_{i=1}^{D}$ 이다.

[0060] 주파수-공간 특징 재현 알고리즘은 필터링된 뇌파 신호(E_k)에 공통 공간 패턴(Common Spatial Pattern, CSP) 알고리즘을 적용하여 수학식 2와 같이 공간적 필터(W_k)를 구하고, 공간적 필터(W_k)와 필터링된 뇌파 신호(E_k) 간의 행렬 연산을 수행한 후 로그-분산 값을 취하여 수학식 3 및 수학식 4과 같이 특징 벡터(V_k)를 추출한다.

[0061] [수학식 2]

[0062] $$\mathbf{W}_k^T\ (\Sigma^{(+)}+\Sigma^{(-)})\mathbf{W}_k = I$$

[0063] [수학식 3]

[0064] $$\mathbf{V}_k=\{\mathbf{v}_k^i\}_{i=1}^{D}$$

[0065] [수학식 4]

[0066] $$I(\mathbf{V}_k;\mathbf{Y})= H(\mathbf{V}_k) - H(\mathbf{V}_k \mid \mathbf{Y})$$

[0067] 수학식 3에서, $\mathbf{v}_k^i= log[var(\hat{\mathbf{W}}_k^T\mathbf{e}_k^i)]$, $\hat{\mathbf{W}}_k$ 는 W_k에서 첫 번째 m과 마지막 m 컬럼 벡터들이다.

[0068] 한편, 공간적 특성을 고려하기 위해 공간 필터링 기법인 Common Spatial Pattern(CSP)는 서로 다른 두 클래스에

대하여 클래스 간 분산 차이를 극대화하는 공간 필터를 설계하는 알고리즘으로, 두 클래스 동작 상상 EEG에 대해 분산 차이를 극대화 시킨다.

[0069] 주파수-공간 특징 재현 알고리즘은 추출된 특징 벡터(V_k)로부터 상호간 정보량(MI)을 계산하여 기존의 주파수 필터 뱅크(b_k)를 MI 값이 큰 순서대로 재정렬하여 주파수 필터 뱅크(b_p)를 산출한다.

[0070] 주파수-공간 특징 재현 알고리즘은 재정렬된 주파수 필터 뱅크(b_p)로부터 추출된 공간적 필터(W_p)와 재배열된 공간적 필터(E_p)간의 행렬 연산을 통해 구한 신호값에 공분산을 하여 수학식 5와 같은 주파수-공간 입력 정보(C_p)를 생성한다.

[0071] [수학식 5]

[0072] $$C_p=\left\{\mathbf{c}_p^i\right\}_{i=1}^{D},\quad \mathbf{c}_p^i=cov(\mathbf{W}_p^T\cdot\mathbf{e}_p^i)$$

[0073] 특징 재현 과정(S520) 은 각 주파수 필터 뱅크(b_p)로부터 생성된 주파수-공간 입력 정보(C_p)가 CNN을 통해 개별적으로 학습되어 L개의 레이어로 이루어진 컨벌루션 레이어에서 수학식 6과 같이 컨벌루션 특징(G_p)를 형성한다.

[0074] [수학식 6]

[0075] $$\mathbf{G}_p^L=f_L(C_p)$$

[0076] 특징 융합 및 분류 과정(S530)은 L번째 컨벌루션 레이어에서 컨벌루션 특징들(G_p)이 1차원 벡터 형태로 축소되고, 축소된 p개의 1차원 특징 벡터들이 연결 융합 레이어(Concatention Fusion Layer)에서 수학식 7과 같이 하나의 통합 벡터(S^{concat})로 합쳐진다.

[0077] [수학식 7]

[0078] $$\mathbf{S}^{concat}=concat\{\mathbf{G}_1,\mathbf{G}_2,...,\mathbf{G}_P\}$$

[0079] 특징 융합 및 분류 과정(S530)에서는 통합 벡터(S^{concat})를 완전 연결 레이어(fully-connected layer)를 통해 총 N개의 클래스 결과를 출력하고, 수학식 8과 같이 소프트맥스 분류기를 통해 N개의 클래스 결과 중 큰 값으로 클래스를 판별한다.

[0080] [수학식 8]

[0081] $$U=\left\{\mathbf{\Pi}^l,\mathbf{A}^l\right\}_{l=1}^{L},\quad \mathbf{\Pi}^l=\left\{\mathbf{\beta}_p^l\right\}_{p=1}^{P},\quad \mathbf{A}^l=\left\{\mathbf{a}_p\right\}_{p=1}^{P}$$

[0082] 이와 같이, 본 발명의 일 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법은, 사용자가 BCI 시스템을 사용하기 전 매번 뇌 신호를 측정해야 하는 번거로움을 제거함으로써 BCI 기술의 대중화 및 실용성을 크게 향상 시킬 수 있다.

[0083] 이상에서 설명한 본 발명의 실시예에 따른 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 방법은, 컴퓨터에 의해 실행되는 프로그램 모듈과 같은 컴퓨터에 의해 실행 가능한 명령어를 포함하는 기록 매체의 형태로도 구현될 수 있다. 이러한 기록 매체는 컴퓨터 판독 가능 매체를 포함하며, 컴퓨터 판독 가능 매체는 컴퓨터에 의해 액세스 될 수 있는 임의의 가용 매체일 수 있고, 휘발성 및 비휘발성 매체, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다. 또한, 컴퓨터 판독가능 매체는 컴퓨터 저장 매체를 포함하며, 컴퓨터 저장 매체는 컴퓨터 판독가능 명령어, 데이터 구조, 프로그램 모듈 또는 기타 데이터와 같은 정보의 저장을 위한 임의의 방법 또는 기술로 구현된 휘발성 및 비휘발성, 분리형 및 비분리형 매체를 모두 포함한다.

[0084] 전술한 본 발명의 설명은 예시를 위한 것이며, 본 발명이 속하는 기술분야의 통상의 지식을 조사 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 쉽게 변형이 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다. 예를 들어, 단일형으로 설명되어 있는 각 구성 요소는 분산되어 실시될 수도 있으며, 마찬가

지로 분산된 것으로 설명되어 있는 구성 요소들도 결합된 형태로 실시될 수 있다.

[0085] 또한, 본 발명의 방법 및 시스템은 특정 실시예와 관련하여 설명되었지만, 그것들의 구성 요소 또는 동작의 일부 또는 전부는 범용 하드웨어 아키텍처를 갖는 컴퓨터 시스템을 사용하여 구현될 수도 있다.

[0086] 본 발명의 범위는 상세한 설명보다는 후술하는 특허청구범위에 의하여 나타내어지며, 특허청구범위의 의미 및 범위 그리고 그 균등 개념으로부터 도출되는 모든 변경 또는 변형된 형태가 본 발명의 범위에 포함되는 것으로 해석되어야 한다.

부호의 설명

[0087] 100: 사용자 독립적 뇌-컴퓨터 인터페이스 제공 시스템

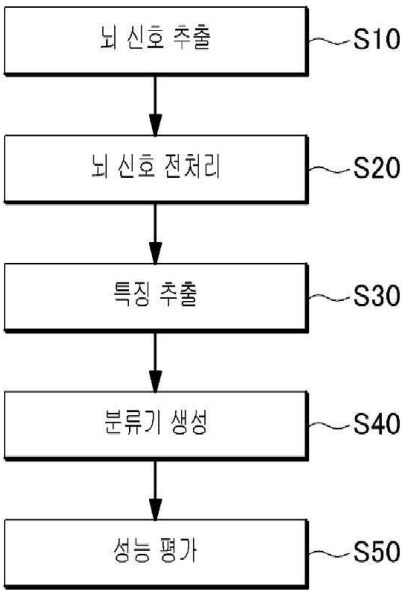
110 : 메모리

120 : 프로세서

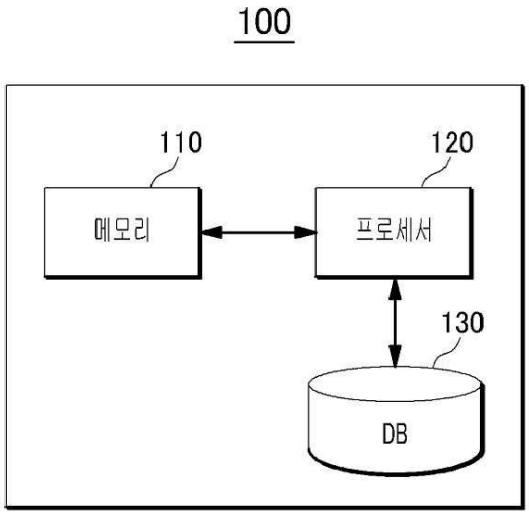
120 : 데이터베이스

도면

도면1



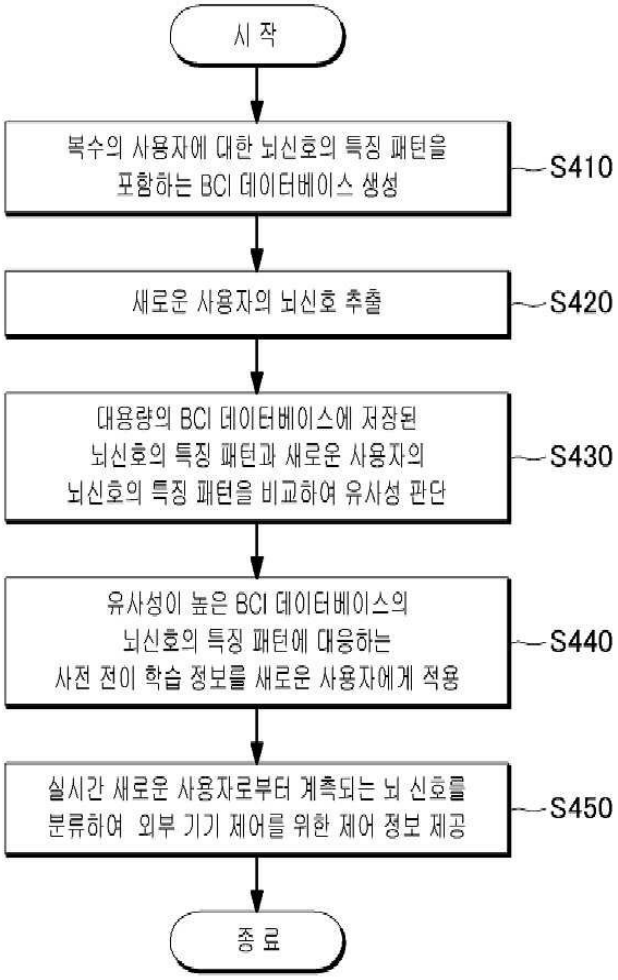
도면2


100
110
120
메모리
프로세서
130
DB

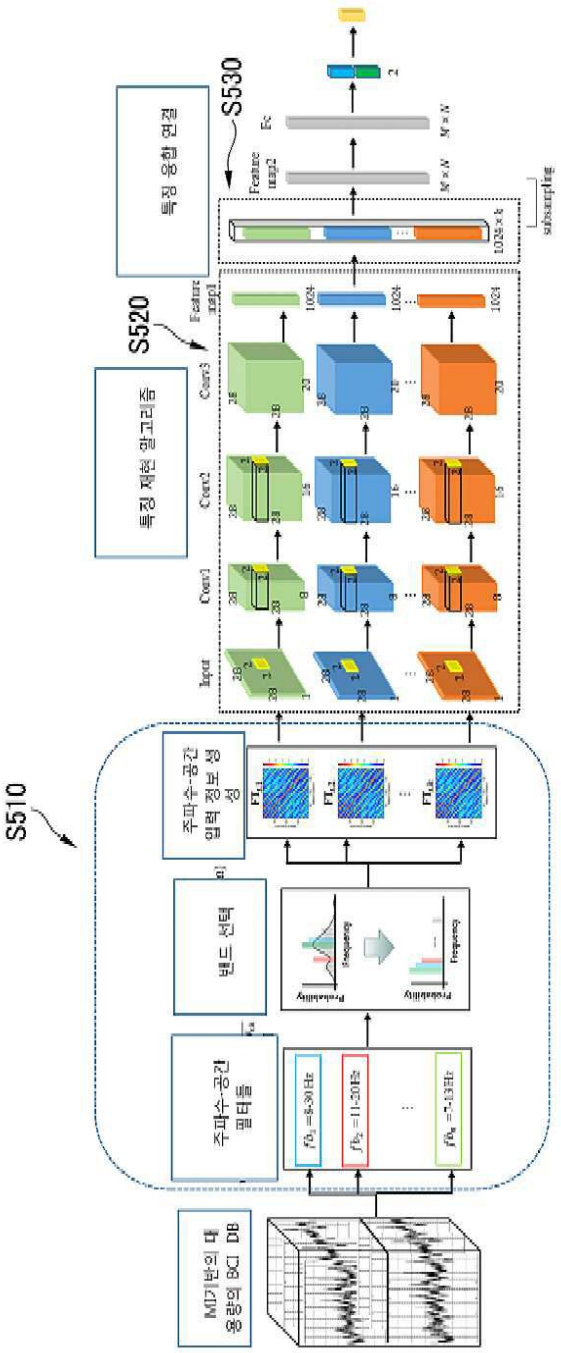
도면3


120
정보 관리부
121
정보 추출부
122
유사성 판단부
123
정보 적용부
124
제어부
125

도면4


시 작
복수의 사용자에 대한 뇌신호의 특징 패턴을 포함하는 BCI 데이터베이스 생성
S410
새로운 사용자의 뇌신호 추출
S420
대용량의 BCI 데이터베이스에 저장된 뇌신호의 특징 패턴과 새로운 사용자의 뇌신호의 특징 패턴을 비교하여 유사성 판단
S430
유사성이 높은 BCI 데이터베이스의 뇌신호의 특징 패턴에 대응하는 사전 전이 학습 정보를 새로운 사용자에게 적용
S440
실시간 새로운 사용자로부터 계측되는 뇌 신호를 분류하여 외부 기기 제어를 위한 제어 정보 제공
S450
종 료

도면5


S510
S520
S530
MI기반의 대용량의 BCI DB
주파수-공간 필터들
밴드 선택
주파수-공간 입력 정보 생성
특징 체현 알고리즘
특징 융합 연결

도면6

